

На правах рукописи

*Ситникова*

**СИТНИКОВА НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА**

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ  
СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА И ПЛОЩАДИ  
ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО  
ПОВОЛЖЬЯ**

**Специальность 06.01.09 - растениеводство**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук**

**Казань 2004**

Работа выполнена на кафедре плодовоовощеводства  
Казанской государственной сельскохозяйственной академии

**Научный  
руководитель**

доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор **В.П. ВЛАДИМИРОВ**

**Официальные  
оппоненты:**

доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор **В.Н. ФОМИН**

доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор **Р.И. САФИН**

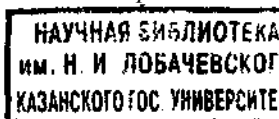
**Ведущая  
организация:**

ГУ Татарский научно-исследовательский  
институт сельского хозяйства

Защита состоится "17 февраля" 2004 г. в 10 часов на заседании  
диссертационного совета Д 220. 035. 01 при Казанской государственной  
сельскохозяйственной академии по адресу: 420011, г. Казань, учебный горо-  
док КГСХА, корпус ФМСХ, зал заседаний.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанской государ-  
ственной сельскохозяйственной академии.

Автореферат разослан "16" января 2004 г.



Ученый секретарь диссертационного  
совета, доктор биологических наук,  
профессор

*В. Пахомов*

В.М. Пахомова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В агропромышленном комплексе Российской Федерации и Республики Татарстан значимость картофеля постоянно возрастает. Увеличивается удельный вес его в рационе большинства семей, продолжает возрастать промышленная переработка и использование на корм скоту.

В условиях Республики Татарстан климатические условия являются благоприятными для возделывания картофеля, однако, урожайность за последние годы составила лишь 10,5 - 12,5 т/га. Поэтому разработка приемов повышения урожайности и качества клубней картофеля и увеличения валовых сборов в республике является актуальным. В технологии возделывания картофеля одними из путей повышения продуктивности возделываемых сортов являются внесение органических и расчетных норм минеральных удобрений, микроэлементов, а также оптимальная площадь питания растений.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с тематическим планом Казанской государственной сельскохозяйственной академии (номер регистрации 81.080.992 508; 01.8600 222; 01.960.000 2228).

На основании проведенных (2001-2003 гг.) исследований, разработаны приемы получения запланированных урожаев картофеля с хорошим качеством клубней. Работа основана на использовании минеральных и органических удобрений, микроэлементов, а также эффективной густоты посадки.

Цель и задачи исследований. Целью исследований явилось обоснование норм удобрений под запланированную урожайность 25,0-40,0 т/га клубней раннеспелого сорта картофеля Ярла на черноземных почвах, выявление эффективности различных концентраций молибденово-кислого аммония и оптимальной площади питания среднераннего сорта картофеля Сантэ на серых лесных почвах Республики Татарстан.

### **В задачу исследований входило:**

- установить уровень теоретически возможного урожая раннего и среднераннего сортов картофеля по приходу ФАР;
- обосновать урожай, формирующийся за счет эффективного плодородия почвы;
- определить нормы удобрений под различные уровни запланированных урожаев картофеля с учетом биологических особенностей сорта, коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений;
- установить влияние некорневой подкормки молибденово-кислым аммонием при различной площади питания на закономерности развития растений, формирование урожая и качество клубней;
- рассчитать экономическую и энергетическую эффективность возделывания раннеспелого и среднераннего сортов картофеля в зависимости от изучаемых приемов агротехники.

**Научная новизна.** Впервые для почвенно-климатических условий Республики Татарстан на черноземных почвах разработаны и определены элементы формирования запланированных урожаев раннеспелого сорта картофеля Ярла, установлены величины формируемых урожаев по приходу ФАР, **нормы** элементов питания под различные **уровни** запланированных урожаев. Исследованы количественные характеристики фотосинтетической деятельности, структуры урожая, водопотребления при изучаемых приемах агротехники.

Выявлена эффективная концентрация молибденово-кислого аммония при различной густоте посадки среднераннего картофеля сорта Сантэ на серых лесных почвах республики.

### Защищаемые положения:

- расчет норм удобрений под запланированную урожайность с учетом выноса питательных веществ из почвы и вносимых удобрений обеспечивает получение 25,0-40,0 т/га клубней раннеспелого сорта картофеля Ярла;

- некорневая подкормка 0,01, 0,05 и 0,1% молибденово-кислым аммонием и оптимальная площадь посадки создают лучшие условия для более длительной работы листового аппарата, повышают фотосинтетический потенциал посевов, накопление сухой массы растений, снижают заболеваемость растений, увеличивают урожайность и улучшают качество клубней.

**Практическая значимость работы.** Данные, полученные в результате научных исследований, дают основание рекомендовать применение норм удобрений рассчитанных с учетом запланированного урожая, содержания питательных веществ в почве и коэффициентов использования их из почвы и удобрений в производство. Установлено, что на серых лесных почвах наиболее оптимальной является 0,1 % концентрация молибденово-кислого аммония при густоте посадки 57,1 тыс. клубней на 1 га. Дана экономическая и энергетическая эффективность изучаемых приемов агротехники.

**Реализация результатов исследований.** Основные результаты исследований опубликованы в научных статьях, которые используются в практической работе специалистов при выращивании картофеля и внедрены в технологию производства картофеля в хозяйствах Республики Татарстан.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 4 работы.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации были доложены и одобрены на научных конференциях профессорско-преподавательского состава, аспирантов и научных сотрудников Казанской ГСХА (2001-2003 гг.) и Марийского государственного университета (2002 г).

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 188 страницах машинописи, состоит из введения, 4 глав, выводов и предложений производ-

ству, включает 56 таблиц, 6 рисунков, 52 приложений. Список литературы состоит из 344 наименований, в том числе 39 иностранных авторов.

## УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты проводились на опытных полях Казанской государственной сельскохозяйственной академии в двух природно-экономических зонах Республики Татарстан в 2001-2003 гг.

Почвенный покров опытного участка № 1 - выщелоченный чернозем тяжелосуглинистого гранулометрического состава, характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 7,5%,  $pH_{\text{сол}}$  6,10-6,14, подвижного фосфора 115-117 и обменного калия 172-176 мг/кг почвы. Почва опытного участка № 2 - серая лесная среднесуглинистого механического состава, в пахотном горизонте содержится 3,6-3,8% гумуса,  $pH_{\text{сол}}$  5,8-6,1, подвижного фосфора 156-160 и обменного калия 117-126 мг/кг почвы, подвижного молибдена 0,176-0,186 мг/кг почвы. Рельеф обоих опытных участков ровный.

Афометеорологические условия вегетационного периода 2001 и 2003 гг. в обеих природно-экономических зонах были благоприятными, а в 2002 году осадков в июле и августе выпало значительно меньше нормы.

В профамму исследований входило проведение двух полевых опытов по следующей схеме:

Опыт 1. Влияние расчетных норм удобрений на урожайность и качество раннеспелого сорта картофеля Ярла.

Схема опыта:

- без удобрений (контроль);
- расчет норм минеральных удобрений балансовым методом на:
  - урожайность клубней 25 т/га;
  - урожайность клубней 30 т/га;

- урожайность клубней 35 т/га;
- урожайность клубней 40 т/га.

Опыт 2. Урожайность и качество среднераннего сорта картофеля Сантэ в зависимости от густоты посадки и некорневой подкормки молибденово-кислым аммонием.

Схема опыта:

Фактор А - густота посадки: 40,8; 47,6; 57,1 и 71,4 тыс. шт./га.

Фактор В - некорневая подкормка молибденово-кислым аммонием:

- вода (контроль);
- $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ -0,01% раствор;
- $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  - 0,05% раствор;
- $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  - 0,1% раствор.

Общая площадь делянки в первом опыте - 67,2, учетная 56,0 м<sup>2</sup>, во втором - 42,5 и 36,4 м<sup>2</sup>. Размещение вариантов последовательное. Повторность опытов трехкратная. Предшественники: в опыте 1 - однолетние травы, в опыте 2 - чистый пар. Нормы удобрений в первом опыте рассчитывали балансовым методом, с учетом результатов агрохимического анализа почвы, выноса NPK урожаем и коэффициентов использования картофелем питательных веществ из почвы и удобрений (Зиганшин, Шарифуллин, 1981; Владимиров, 1999) (табл. 1). Удобрения: органические, двойной гранулированный суперфосфат, калийную соль вносили осенью под основную обработку, аммиачную селитру - под предпосадочную обработку. Во втором опыте некорневую подкормку 0,01 %, 0,05 и 0,1 % концентрацией молибденово-кислого аммония проводили в фазу бутонизации и через 14 дней после бутонизации. Расход рабочей жидкости 300 л/га. Контрольные варианты опрыскивали водой. Посадку картофеля в первом опыте проводили в 2001 году 27 апреля, в 2002 г. - 29 апреля, в 2003 г. - 28 апреля, во втором опыте - 2001 г. - 8 мая, 2002 г. - 5 мая, 2003 г. - 10 мая. Для посадки использовали клубни средней фракции

(60-65 г), предварительно пророщенные на свету в течение 30 дней. Густота посадки в первом опыте 55,0 тыс. клубней на 1 га, а во втором - согласно схеме опыта. Глубина посадки 8-10 см. Картофель сорта Ярла убирали 20 июля, сорта Сантэ - 15 августа.

Таблица 1

Нормы внесенных удобрений (опыт № 1)

Уровень запланированной урожайности, т/га	Навоз, т/га	Минеральные удобрения, кг.д.в. на 1 га
Без удобрений	—	—
25	20	—
30	30	$N_0 P_0 K_{18 \cdot 23}$
35	40	$N_{22 \cdot 25} P_0 K_{33 \cdot 37}$
40	40	$N_{71 \cdot 91} P_{45 \cdot 55} K_{90 \cdot 94}$

В опытах проводили следующие наблюдения, учеты и анализы: фенологические наблюдения за ростом и развитием растений согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971, 1985). Сухое вещество в анализируемом материале определяли весовым методом, высушиванием в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение 6 часов; щелочно-гидролизующий азот в почве - по Корнфилду, подвижный фосфор на серых лесных почвах - по Кирсанову, на черноземных почвах - по Чирикову, обменный калий - пламенно-фотометрическим методом, гумус - по Тюрину; pH солевой, гидролитической кислотности по методу ЦИНАО (ОСТ 4649-76); листовую поверхность и фотосинтетический потенциал по методике А. А. Ничипоровича и др. (1961); хлорофилл - по С. С. Баславской, О. М. Трубецковой (1964); чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали по формуле, предложенной Киддом, Вестом и Бриггсом (Ничипорович и др., 1961); содержание крахмала определяли поляриметрическим методом по Эверсу, нитратов - потенциометрическим методом; аскорбиновую кислоту



(витамин С, мг%) - по Мурри; учет распространенности и интенсивности развития болезней по А.Е. Чумакову, Т.И. Захаровой (1990); нарастание надземной биомассы и клубней учитывали методом пробных копок; структуру урожая - у 10 кустов на каждой делянке; урожайность - поделаячно, сплошной уборкой; NPK в клубнях методом мокрого озоления, азота в ботве и клубнях определяли по Кьельдалю, фосфора - колориметрическим методом, калия - на пламенном фотометре; содержание подвижных форм молибдена по Г.Я. Ринькису (1965); энергетическую эффективность - по методике биоэнергетической оценки технологии производства продукции растениеводства (1983); расчет экономической эффективности по методике СибНИИ-ИСХ; статистическую обработку экспериментальных данных - по Б. А. Доспехову (1985) с помощью программ статистических обработок данных для Microsoft Excel 97; корреляционно-регрессионный анализ с помощью программы Statistica ver. 5.5A for Windows.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Удобрение картофеля

**Рост и развитие растений.** Продолжительность периода между посадкой картофеля и появлением всходов в основном зависела от метеорологических условий года. В более благоприятные 2001 и 2003 годы всходы появились через 15-17 дней, а в 2002 году через 20 дней. Продолжительность остальных межфазных периодов отличалась по вариантам, на более высоких фонах питания, рассчитанных на урожайность 35 - 40 т/га клубней продолжительность межфазного периода "всходы - бутонизация" удлинялась в зависимости от года на 1-2 дня, "цветение - начало отмирания ботвы" на 1-6 дней. Анализ динамики развития листовой поверхности показал, что в фазу всходов этот показатель незначителен, однако уже в фазу бутонизации ее величина в зависимости от фона питания возрастала в 2,66-3,74 раза по сравне-

нию с предыдущей фазой. Максимальных размеров площадь листьев достигала к концу цветения и в варианте без удобрения ее величина составила 34,88 тыс. м<sup>2</sup>/га, при внесении удобрений в расчете на урожайность 25 т/га клубней - 39,95, на фоне 30 т/га - 44,35, на фоне 35 т/га - 47,07 и на фоне 40 т/га - 49,65 тыс. м<sup>2</sup>/га (табл. 2).

Таблица 2

Фитометрические показатели посадок картофеля сорта Ярла  
в зависимости от фона питания, в среднем за 2001-2003 гг.

Уровень заплани- рованной урожай- ности, т/га	S макс, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП, млн. м <sup>2</sup> /га х дней	Урожай- ность су- хой био- массы, т/га	Среднесу- точный прирост сухой биомассы, кг/га	Скорость роста клубней, г/м <sup>2</sup> в сутки	ПРЛ, кг клубней на 1 тыс. единиц ФП
Без удобрений	34,88	1,825	8,118	123,47	50,11	12,80
25	39,95	2,159	9,146	144,95	57,80	12,49
30	44,35	2,365	10,91	165,55	65,39	12,80
35	47,07	2,566	11,91	180,62	70,07	12,85
40	49,65	2,858	12,93	197,49	79,21	12,76

Внесенные удобрения существенно увеличивали продуктивность фотосинтеза посадок картофеля. Сумма фотосинтетического потенциала за вегетационный период в варианте без применения удобрений составила 1,825 млн. м<sup>2</sup>/га х дней (далее единиц), на фоне рассчитанном на урожайность 25 т/га - 2,159; 30 т/га - 2,365; 35 т/га - 2,566; 40 т/га - 2,858 млн. единиц, то есть с увеличением фона питания этот показатель закономерно возрастал. Разница между крайними вариантами составила в 1,57 раза.

По мере повышения фона питания увеличивался сбор сухого вещества с единицы площади. В варианте без удобрения урожайность сухой биомассы составила 8,118 т с 1 га, а при втором уровне урожая она была выше на 1,03,

при третьем - на 2,79, при четвертом - на 3,79, при пятом на 4,82 т/га. Такая же закономерность наблюдалась и по среднесуточному приросту сухой биомассы. Если в контрольном варианте прирост сухой биомассы в сутки составил 123,47 кг/га, то на фоне, рассчитанном на урожайность 40 т/га этот показатель был в 1,59 раза выше.

Скорость роста клубней в сутки по мере увеличения фона питания повышалась от 50,11 г/м<sup>2</sup> на контроле (без применения удобрений) до 79,21 г/м<sup>2</sup> в варианте, где удобрения рассчитывались на урожайность 40 т/га.

Закономерного влияния фона питания на показатель ПРЛ нами не установлено, в первом варианте без применения удобрений на каждую тысячу единиц ФП растения формировали 12,80 кг, во втором - 12,49, в третьем - 12,85, в четвертом - 12,85 и в пятом - 12,76 кг клубней.

**Минеральное питание растений.** Применение расчетных норм минеральных удобрений способствовало повышению содержания NPK в растениях картофеля. Наибольший уровень их содержания в растениях отмечался на фоне рассчитанном, на урожайность 40 т/га. В начале вегетации (фаза всходов) азота в надземной части растений содержалось 4,2 - 4,9%, фосфора - 0,7-0,9, калия - 5,5-6,9% на воздушно-сухую массу. К уборке эти показатели снижались и растения содержали азота 1,1-1,8%, фосфора - 0,5-0,6, калия - 1,8-2,8%.

Интенсивное применение удобрений приводило, наряду с увеличением урожайности, к значительному повышению выноса всех элементов минерального питания. Максимальный вынос всех макроэлементов в расчете на 1 т клубней и соответствующего количества ботвы отмечался на фоне рассчитанном, на урожайность 40 т/га и составил: азота 6,17 кг, фосфора - 2,26, калия - 9,68 кг (табл. 3).

Проведенный анализ выноса питательных веществ показал, что с увеличением урожая, как из почвы, так из удобрений выносятся значительное ко-

личество макроэлементов. На фоне без удобрений с урожайностью 22,58 т/га суммарно выносилось 252,11 кг/га NPK, на втором фоне с 26,19 - 347,33, третьем с 29,40 - 420,44, четвертом с 32,38 - 480,30 и пятом с 35,44 т/га - 558,46 кг/га NPK.

Таблица 3

Вынос элементов питания картофелем сорта Ярла в зависимости от фона питания, в среднем за 2001-2003 гг.

Уровень запланированной урожайности, т/га	кг на 1 т			кг с 1 га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без удобрений	<u>4,38*</u>	<u>2,08</u>	<u>6,87</u>	<u>83,97</u>	<u>40,01</u>	<u>128,13</u>
	2,06	1,00	2,82	48,51	23,55	66,41
25	<u>5,07</u>	<u>2,16</u>	<u>8,20</u>	<u>113,95</u>	<u>49,27</u>	<u>184,11</u>
	2,24	1,04	3,60	60,86	28,26	97,81
30	<u>5,55</u>	<u>2,23</u>	<u>8,50</u>	<u>142,38</u>	<u>58,19</u>	<u>219,87</u>
	2,36	1,06	3,82	72,52	32,57	117,39
35	<u>5,56</u>	<u>2,24</u>	<u>9,22</u>	<u>157,00</u>	<u>64,34</u>	<u>258,96</u>
	2,48	1,12	3,96	97,34	37,24	131,67
40	<u>6,17</u>	<u>2,26</u>	<u>9,68</u>	<u>191,11</u>	<u>72,00</u>	<u>295,35</u>
	2,80	1,20	4,00	104,24	44,68	148,92

\*В числителе - общее потребление; в знаменателе - потребление клубнями.

Растения из почвы использовали 25,4% азота, 13,8% фосфора и 29,8% калия. Из внесенных минеральных удобрений на фоне, рассчитанном на урожайность 40 т/га, азота использовалось 66,4%, фосфора 28,8, калия 74,3%, из органических удобрений 33,9% азота, 19,2 - фосфора и 49,7% калия.

**Урожайность и качество клубней.** В среднем за три года за счет эффективного плодородия урожайность составила 22,58 т/га клубней. Внесение удобрений в расчете на урожайность 25 т/га обеспечило формирование 26,19 т/га клубней или 104,8 %, на фоне 30 т/га - 29,40 т/га или 98,0 %, на фоне 35 т/га - 32,38 т/га или 92,5 % и на фоне 40 т/га - 35,44 т/га или 88,6 % от запла-

нированной. Запланированные урожайности 25, 30, 35 и 40 т/га были получены в более благоприятные 2001 и 2003 годы. Самая низкая урожайность во всех вариантах была в 2002 году, когда в июле месяце во время вегетации растений осадков не выпало (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность клубней картофеля сорта Ярла в зависимости от фона питания, т/га, 2001-2003 гг.

Уровень запланированной урожайности, т/га	Годы			Средняя за 3 года	Отклонение от контроля, + т/га
	2001	2002	2003		
Без удобрений	21,84	17,25	28,65	22,58	—
25	27,25	18,86	32,46	26,19	3,6
30	32,46	19,65	36,10	29,40	6,8
35	36,58	22,40	38,16	32,38	9,8
40	40,62	24,18	41,52	35,44	12,9
НСР 05	1,65	1,67	1,33		

Сбалансированное питание даже при увеличении фона не оказывают существенного влияния на содержание крахмала в клубнях. На контроле без применения удобрений содержание крахмала в клубнях составило 14,02 %, во втором фоне - 13,94, в третьем - 13,78, в четвертом 13,63 и в пятом 13,46 %. Сбор крахмала с единицы площади наоборот возрастал по мере повышения фона питания, за счет роста урожайности. При первом уровне урожайности он оказался равным 3,13 т/га, втором его величина увеличилась на 0,47 т/га, третьем - на 0,86 т/га, четвертом - на 1,22 т/га и пятом на 1,58 т/га по сравнению с контрольным вариантом (табл. 5).

Умеренные дозы, особенно органические удобрения, не приводили к снижению содержания витамина С в клубнях и лишь повышенные нормы минеральных удобрений на фоне рассчитанном на урожайность 40 т/га, сни-

зили на 0,4 мг% его содержание по сравнению с контролем без внесения удобрений.

На всех вариантах содержание нитратов в клубнях оказывалось ниже ПДК. Однако с увеличением вносимых норм NPK их содержание несколько увеличивалось. В варианте без удобрений нитратов в клубнях содержалось 40,37 мг/кг, на втором фоне - 42,83, на третьем - 49,07, на четвертом - 51,10 и на пятом - 53,46 мг/кг, то есть по сравнению с контролем их содержание на удобренных фонах увеличилось в 1,06-1,32 раза.

Таблица 5

Показатели качества клубней картофеля сорта Ярла в зависимости от фона питания, в среднем за 2001-2003 гг.

Уровень запланированной урожайности, т/га	Содержание крахмала, %	Сбор крахмала с 1 га, т	Содержание нитратов, мг/кг	Содержание витамина С, мг%	Товарность урожая, %
Без удобрений	14,0	3,13	40,4	16,4	78,5
25	13,9	3,60	42,8	16,6	84,0
30	13,8	3,99	49,1	16,5	87,1
35	13,6	4,35	51,1	16,3	90,4
40	13,5	4,71	53,5	16,0	92,2

С повышением норм удобрений снижалась доля мелких клубней, а крупных (свыше 100 г) наоборот увеличивалась. На контроле товарность составила 78,5 %, а по мере повышения фона питания его величина увеличилась на 5,5%- 13,7%.

Энергетическая и экономическая эффективность. Затраты энергии в зависимости от фона удобрений составили от 19,52 на контроле до 30,45 ГДж/га на фоне рассчитанном на урожайность 40 т/га. Производство чистой энергии с увеличением фона питания повышалось на 6,63-17,09 ГДж/га. Наибольший (2,88) коэффициент превращения энергии был на фоне, рассчитан-

ном на урожайность клубней 30 т/га, на этом же варианте был и самый высокий уровень рентабельности - 94,7%, а чистый доход составил 64 336 рублей с 1 га.

## **ГУСТОТА ПОСАДКИ И ПРИМЕНЕНИЕ МОЛИБДЕНОВО-КИСЛОГО АММОНИЯ**

**Развитие растений.** Более загущенные посадки (57,1 и 71,4 тыс.) сокращали продолжительность периода "всходы - бутонизация" на 2-3 дня, "цветение - начало отмирания ботвы" на 3-4 дня, по сравнению с нормами посадки 40,8 и 47,6 тыс. клубней на 1 га.

Повышение густоты посадки приводило к снижению числа стеблей в растениях. По мере увеличения густоты посадки с 40,8 до 71,4 тысяч клубней на 1 га их число в расчете на 1 растение снизилось на 0,4-0,8 штук. При пересчете на единицу площади количество стеблей с увеличением густоты посадки значительно возрастало и в зависимости от некорневой подкормки, различными концентрациями молибденово-кислого аммония их количество увеличилось на 111-145 тыс. шт./га, при 212-224 тыс. шт./га в варианте, где высаживали 40,8 тыс. клубней на 1га.

На величину листовой поверхности в большей степени оказывала площадь питания растений и наибольшей ее величиной обладали посевы с нормой посадки 71,4 тыс. клубней, где ее величина в зависимости от некорневой подкормки молибденово-кислым аммонием составила - 46,98-49,57 тыс. м<sup>2</sup>/га, против 32,94-33,83 тыс. м<sup>2</sup>/га при густоте посадки 40,8 тыс. клубней на 1 га.

Загущение посадок увеличивало величину фотосинтетического потенциала (ФП). При густоте посадки 40,8 тысяч клубней на контроле сумма ФП за вегетацию составила 2,038, при 47,6 тыс. - 2,217; 57,1 тыс. - 2,510; 71,4 тыс. - 2,967 млн. м<sup>2</sup> x суток на 1 га. Некорневая подкормка молибденово-

кислым аммонием повышала сумму ФП за вегетацию, в зависимости от густоты посадки она возросла на 0,9-6,9%.

Урожайность сухой биомассы растений возрастала с повышением густоты посадки, а также с увеличением концентрации  $(\text{NH}_4)_2 \text{MoO}_4$ . При густоте посадки 40,8 тыс. клубней в зависимости от концентрации молибденово-кислого аммония ее величина составила 8,18-8,93; 47,6 тыс. - 8,66-9,49; 57,1 тыс. - 9,47-10,06; 71,4 тыс. - 10,06-11,08 т/га. Некорневая подкормка 0,1% раствором  $(\text{NH}_4)_2 \text{MoO}_4$  в зависимости от густоты посадки повысила ее массу на 0,59-1,02 т/га.

Загущение посадок ухудшало освещенность и продуктивную функцию листовой поверхности, что приводило к снижению продуктивности 1 тыс. единиц ФП. Так при густоте посадки 40,8 тыс. этот показатель составил 12,42-12,89 кг, что на 3,02-3,03 кг выше по сравнению с данными при посадке 71,4 тыс. клубней на 1 га.

Коэффициент использования ФАР составил от 2,26 % до 3,06 %, что говорит о хорошем уровне использования поступающей ФАР посадками среднераннего картофеля. Максимальное его значение - 3,06 % было при густоте посадки 71,4 тыс. клубней на 1 га и подкормке растений 0,1% концентрацией молибденово-кислого аммония.

**Урожайность, структура и качество клубней.** Наибольшие урожайности картофеля формировались в благоприятные 2001 и 2003 годы, где при густоте посадки 71,4 тыс. клубней на 1 га, в варианте с некорневой подкормкой 0,1%  $(\text{NH}_4)_2 \text{MoO}_4$  было получено 32,12 и 32,19 т/га клубней (табл. 6).

Урожайность за вычетом семян была выше при густоте посадки 57,1 тыс. шт./га и в зависимости от концентрации  $(\text{NH}_4)_2 \text{MoO}_4$  составила 23,31-25,22 т/га, что на 1,25-2,18 т/га выше по сравнению с густотой 40,8 тыс. и на 0,07-1,17 т/га с 71,4 тыс. клубней на 1 га. Значит, на продовольственные цели



необходимо высаживать 57,1 тыс. клубней на 1 га, что обеспечивает экономное расходование посадочного материала.

Таблица 6

Урожайность клубней картофеля сорта Сантэ, в зависимости от густоты посадки и применения молибденово-кислого аммония, т/га.

Густота посадки, тыс. клубней на 1 га	Концентрация $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ , %	Годы				Прибавка $\pm$ , т/га	
		2001	2002	2003	Средняя за 3 года	от густоты посадки	от подкормки $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$
40,8	Вода						
	(контроль)	26,23	19,15	26,10	23,83	—	—
	0,01	27,33	20,26	26,81	24,80	—	+0,97
	0,05	27,95	20,96	27,42	25,44	—	+1,61
	0,1	28,79	21,16	29,30	26,42	—	+2,59
47,6	Вода						
	(контроль)	27,32	20,04	28,20	25,19	+1,36	—
	0,01	28,48	21,56	29,32	26,45	+1,65	+1,26
	0,05	29,12	21,63	29,75	26,83	+1,39	+1,64
	0,1	30,10	21,80	30,26	27,39	+0,97	+2,20
57,1	Вода						
	(контроль)	28,41	22,52	29,31	26,75	+2,92	—
	0,01	29,66	24,69	29,52	27,96	+3,16	+1,21
	0,05	30,41	24,76	29,50	28,22	+2,78	+1,47
	0,1	31,37	24,96	29,63	28,65	+2,23	+1,90
71,4	Вода						
	(контроль)	29,07	21,63	28,60	26,43	+2,60	—
	0,01	30,35	23,10	30,18	27,88	+3,08	+1,45
	0,05	31,17	23,81	31,56	28,85	+3,41	+2,42
	0,1	32,12	24,01	32,19	29,44	+3,02	+3,01

$\text{HCP}_{0,5}$  для частных различий

A 1,0 0,81 1,30

B 1,25 0,72 1,05

$\text{HCP}_{0,5}$  для главных эффектов

A 0,62 0,41 0,65

B 0,15 0,36 0,52

Анализ структуры урожая показывал, что масса, число клубней с одного куста, а также средняя масса одного клубня снижаются по мере роста числа растений картофеля на единицу площади, а подкормка молибденово-кислым аммонием наоборот способствует некоторому повышению этих показателей. Увеличение густоты посадки от 40,8 до 71,4 тыс. клубней на 1 га приводило к снижению коэффициента хозяйственной эффективности урожая, разница между вариантами составила 4,1-8,6%.

Содержание клубней товарной фракции в урожае по мере повышения густоты посадки, между крайними вариантами, снижалось на 18,7% на контроле без применения молибденово-кислого аммония и на 15,9% при некорневой подкормки 0,1% концентрацией  $(\text{NH}_4)_2 \text{MoO}_4$ . Наблюдается некоторое повышение крахмалистости клубней по мере загущения посадок, что определяется созданием условий, ускоряющих вегетацию растений (табл. 7).

Содержание нитратов в клубнях картофеля в среднем за три года было значительно ниже ПДК и колебалось от 20,10 до 56,18 мг/кг сырой массы. Наибольшее количество нитратов содержалось в клубнях выращенных при густоте посадки 40,8 тысяч на 1 га, а по мере увеличения густоты посадки их содержание в клубнях несколько уменьшалось. Некорневая подкормка 0,01%, 0,05% и 0,1% молибденово-кислым аммонием способствовала существенному уменьшению содержания нитратов в клубнях. По сравнению с контролем их количество на этих вариантах снижалось: при густоте посадки 40,8 тыс. клубней на 1 га в 1,35-1,93; при 47,6 тыс. - в 1,30-1,89; при 57,1 тыс. - в 1,26-2,06; при 71,4 тыс. - в 1,34-2,36 раза.

Снижение содержания нитратов в клубнях от применения небольших концентраций молибденово-кислого аммония объясняется, по-видимому, повышением уровня потребления растениями *Mo*, который входит в состав фермента нитратредуктазы, переводящей нитраты в амины.

Показатели качества клубней картофеля сорта Сантэ в зависимости от густоты посадки и применения молибденово-кислого аммония, в среднем за 2001 -2003 гг.

Густота посадки, тыс. клубней на 1га	Концентрация $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ , %	Содержание крахмала, %	Содержание нитратов, мг/кг	Товарность урожая, %
40,8	Вода (контроль)	13,98	56,18	86,61
	0,01	14,01	41,71	87,26
	0,05	14,04	34,95	87,82
	0,1	14,06	29,14	88,57
47,6	Вода (контроль)	14,16	52,62	84,48
	0,01	14,18	40,57	85,56
	0,05	14,21	33,85	86,58
	0,1	14,24	27,78	87,55
57,1	Вода (контроль)	14,39	49,88	81,83
	0,01	14,41	39,48	82,90
	0,05	14,47	31,18	83,45
	0,1	14,47	24,19	84,15
71,4	Вода (контроль)	14,62	47,47	67,88
	0,01	14,67	35,43	69,98
	0,05	14,75	27,45	71,30
	0,1	14,76	20,10	72,69

Энергетическая и экономическая эффективность. Затраты энергии на производство продукции с повышением густоты посадки увеличиваются. Больше чистой энергии 33,60 ГДж/га произведено при густоте посадки 57,1 тыс. клубней на 1 га в варианте с подкормкой 0,1% раствором молибденово-кислого аммония. Наиболее высоким коэффициент превращения энергии

(2,21) был при густоте посадки 40,8 тыс. клубней на этом же варианте некорневой подкормки молибденово-кислым аммонием. Показатели экономической эффективности на всех вариантах густоты посадки были выше при подкормке 0,1% раствором молибденово-кислым аммонием. Самый высокий чистый доход 61 615 руб./га был получен на этом варианте некорневой подкормки при густоте посадки 57,1 тыс., а уровень рентабельности 95,5 и 95,3% на вариантах, где высаживали 40,8 и 47,1 тыс. клубней на 1 га.

## ВЫВОДЫ

Результаты полевых опытов, лабораторных исследований и производственной проверки позволяют сделать следующие выводы:

1. В благоприятные годы, внесение удобрений в дозах подсчитанных расчетно-балансовым методом обеспечивает формирование запланированных урожаев 25-40 т/га раннеспелого сорта картофеля Ярла с высоким качеством клубней.

2. Применение расчетных норм удобрений увеличивает площадь листовой поверхности, величина которой была максимальной на фоне рассчитанном на урожайность 40 т/га клубней и составила - 49,65 тыс. м<sup>2</sup>/га, что на 2,58 тыс. м<sup>2</sup>/га выше, чем на фоне рассчитанном на урожайность 35 т/га и на 14,47 тыс. м<sup>2</sup>/га по сравнению с контролем.

3. Уровень фотосинтетического потенциала (ФП) у сорта Ярла достигал максимальных значений к концу вегетации картофеля. В варианте без применения удобрений его сумма составила 1,825 млн. м<sup>2</sup>/га х дней, а по мере повышения фона питания этот показатель увеличивался в 1,18-1,56 раза.

4. При внесении удобрений содержание NPK в растениях картофеля сорта Ярла увеличивалось. В фазе всходов, азота в надземной части растений

содержалось 4,2- 4,8, к уборке - 1,1-1,8%, фосфора - 0,7-0,9 и 0,5-0,6%; калия -5,5-6,8 и 1,8-2,8%.

5. Повышение фона питания увеличивало общий вынос питательных веществ. На контроле без применения удобрений суммарно выносилось 265,2 кг/га NPK, во втором варианте - 360,5; третьем - 431,7; четвертом - 564,0 и пятом - 610,2 кг/га. Данные показатели целесообразно использовать для установления норм удобрений под различные уровни запланированных урожаев.

6. Растения сорта Ярла из почвы использовали 25,4% азота; 13,8% фосфора и 29,8 % калия. Из минеральных удобрений на фоне, рассчитанном на урожайность 40 т/га, азота использовалось 66,4%; фосфора 28,8; калия 74,3%, из органических удобрений соответственно - 33,9% азота; 19,2 фосфора и 49,7% калия.

7. При внесении удобрений в расчете на урожайность 25 т/га она составила 26,19 т/га или 104,8% от запланированной, на фоне 30 т/га - 29,40 т/га или 98,0%, на фоне 35 т/га - 32,38 т/га или 92,5% и на фоне 40 т/га - 35,44 т/га или 88,6% от запланированной.

8. Крахмалистость клубней картофеля сорта Ярла от уровня питания растений изменялось незначительно, и максимальным его содержание 14,02% было на контроле без удобрений, а наименьшее - 13,46% на фоне рассчитанном, на урожайность 40 т/га.

9. Повышение фона питания увеличивает затраты энергии на производство и количество произведенной чистой энергии, а самый высокий коэффициент превращения энергии (2,88) был на фоне рассчитанном на урожайность 30 т/га клубней. На этом же варианте отмечен самый высокий уровень рентабельности (94,7%), где чистый доход составил 69 336 руб./га.

10. Площадь листьев, высота растений, фотосинтетический потенциал, коэффициент использования ФАР посадок картофеля сорта Сантэ находи-

лись в прямой зависимости от густоты посадки и некорневой подкормки молибденово-кислым аммонием -  $(\text{NH}_4)_2\text{-MoO}_4$ . С увеличением густоты посадки до 71,4 тыс. шт./га и концентрации  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  до 0,1 % эти показатели повышались.

11. Наибольшая урожайность 28,65 т/га при экономном расходовании семенного материала формировалась при густоте посадки 57,1 тыс. клубней и некорневой подкормке 0,1% раствором молибденово-кислым аммонием.

12. Некорневая подкормка молибденово-кислым аммонием закономерно снижала содержание нитратов в клубнях на всех вариантах густоты посадки. В зависимости от густоты посадки подкормка 0,01% раствором молибденово-кислого аммония снизила содержание нитратов в клубнях в 1,26-1,35 раза, 0,05% раствором в 1,55-1,73 раза и 0,1% раствором в 1,89-2,36 раза.

13. Повышение густоты посадки приводило к снижению товарности урожая, а доля семенных клубней при этом увеличивалась. Во всех вариантах густоты посадки 0,1 % концентрация молибденово-кислого аммония улучшала товарность клубней.

14. Наибольшее количество чистой энергии 33,60 ГДж/га было получено при густоте посадки картофеля сорта Сантэ - 57,1 тыс., а самый высокий коэффициент превращения энергии при 40,8 тыс. клубней на 1 га в варианте с некорневой подкормкой 0,1% раствором молибденово-кислым аммонием. Высокие показатели уровня рентабельности (95,5 и 95,3%) отмечены при посадке 40,8 и 47,1 тыс. клубней на 1 га при применении такой же концентрации раствора.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

1. Для получения запланированных урожаев раннеспелого сорта картофеля на черноземных почвах Республики Татарстан, дозы удобрений рекомендуется рассчитывать балансовым методом, с учетом коэффициентов ис-

пользования их из почвы и удобрений. При соблюдении этих требований сорт Ярла обеспечивает формирование урожайности 25-40 т/га с хорошим качеством клубней.

2. Для продовольственных целей сорт Сантэ на серых лесных почвах необходимо высаживать густотой 57,1 тыс., а при возделывании на семенные цели 71,4 тыс. клубней на 1 га. Лучшей концентрацией для некорневой подкормки является 0,1% раствор молибденово-кислого аммония, способствующий значительному снижению содержания нитратов в клубнях картофеля.

### **Список опубликованных работ по теме диссертации:**

1. **Ситникова Н.В.**, Владимиров В.П., Чекмарев П.А. Урожайность и качество картофеля в зависимости от густоты посадки и применения молибдена // Формирование кадрового потенциала - основа повышения эффективности сельскохозяйственного производства. - Казань, 2002. - С. 84-87.

2. Владимиров В. П., Чекмарев П. А., **Ситникова Н. В.** Формирование урожайности картофеля при различной густоте посадки // Достижения науки - сельскохозяйственному производству. - Казань, 2002. - С. 44-45.

3. Владимиров В.П., Чекмарев П.А., **Ситникова Н.В.** Агротехнические особенности получения высоких урожаев раннего картофеля на черноземных почвах Республики Татарстан // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. - Йошкар-Ола, 2002.- С. 62-64.

4. **Ситникова Н.В.** Формирование урожайности и качество клубней среднераннего сорта картофеля Сантэ в зависимости от площади и некорневой подкормки молибденово-кислым аммонием: Сборник научных трудов агрономического факультета КГСХА. - Казань, 2004. (в печати).